ÉPKO 2009

XIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia

Csíksomlyó, 2009. június 11-14.

Csíkszereda – Kossuth Lajos-utcza [1909] – Szvoboda József kiadása



Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság

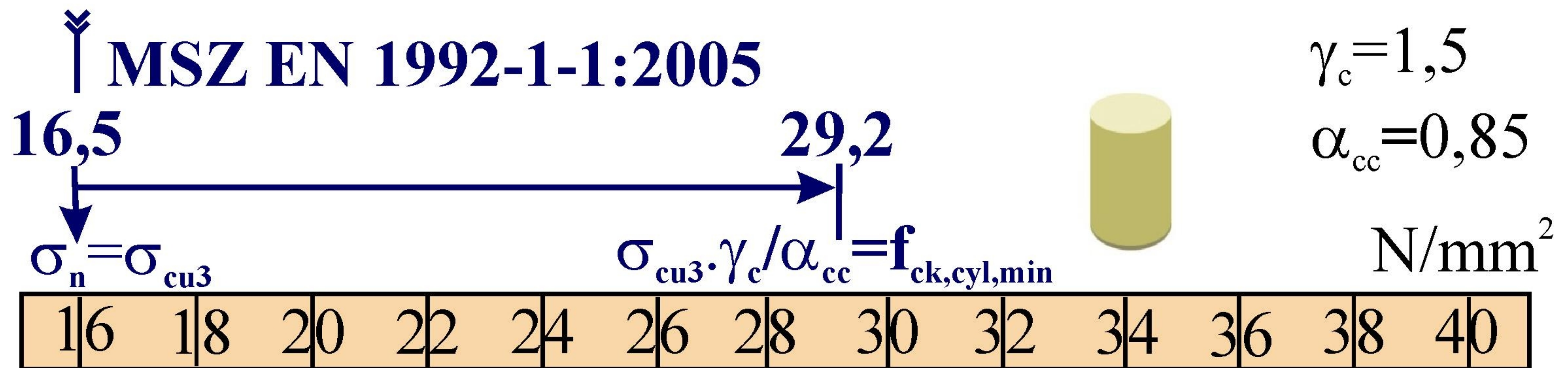
BETONOK KÖRNYEZETI OSZTÁLYAI

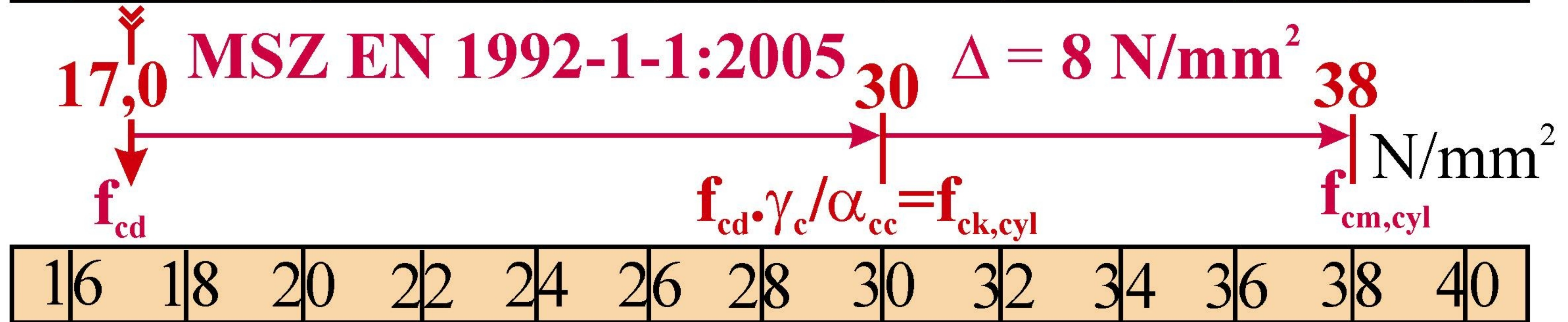
Dr. Kausay Tibor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék



Csíksomlyó, 2009. június 13.





$$\mathrm{C}\,/\, = \mathrm{C}f_{ck,cyl}/f_{ck,cube} = \mathrm{C30/37}$$

σ_n = A beton nyomófeszültsége

A beton nyomószilárdsága tervezési (f_{cd}), jellemző ($f_{ck,cyl}$) és átlag ($f_{cm,cyl}$) értékének viszonya a tartós szilárdság figyelembevételével

Beton nyomószilárdsági osztálya									
C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Beton nyomószilárdságának próbahengeren értelmezett előírt jellemző értéke, $f_{ck,cyl}$, N/mm^2									
8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
Beton nyomószilárdságának tervezési értéke a tartós szilárdság figyelembevételével (Eurocode 2), f_{cd}, N/mm^2									
4,5	6,8	9,1	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,3
Beton nyomószilárdságának próbahengeren értelmezett előírt átlag értéke (Eurocode 2), $f_{cm,cyl}$, N/mm^2									
16	20	24	28	33	38	43	48	53	58

$$f_{ck,cyl} = f_{cd} . \gamma_c / \alpha_{cc} = f_{cd} . 1{,}5 / 0{,}85$$

EN 1990:2002/A1:2005/AC:2008
MSZ EN 1990:2002/A1:2008

2005. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 1990

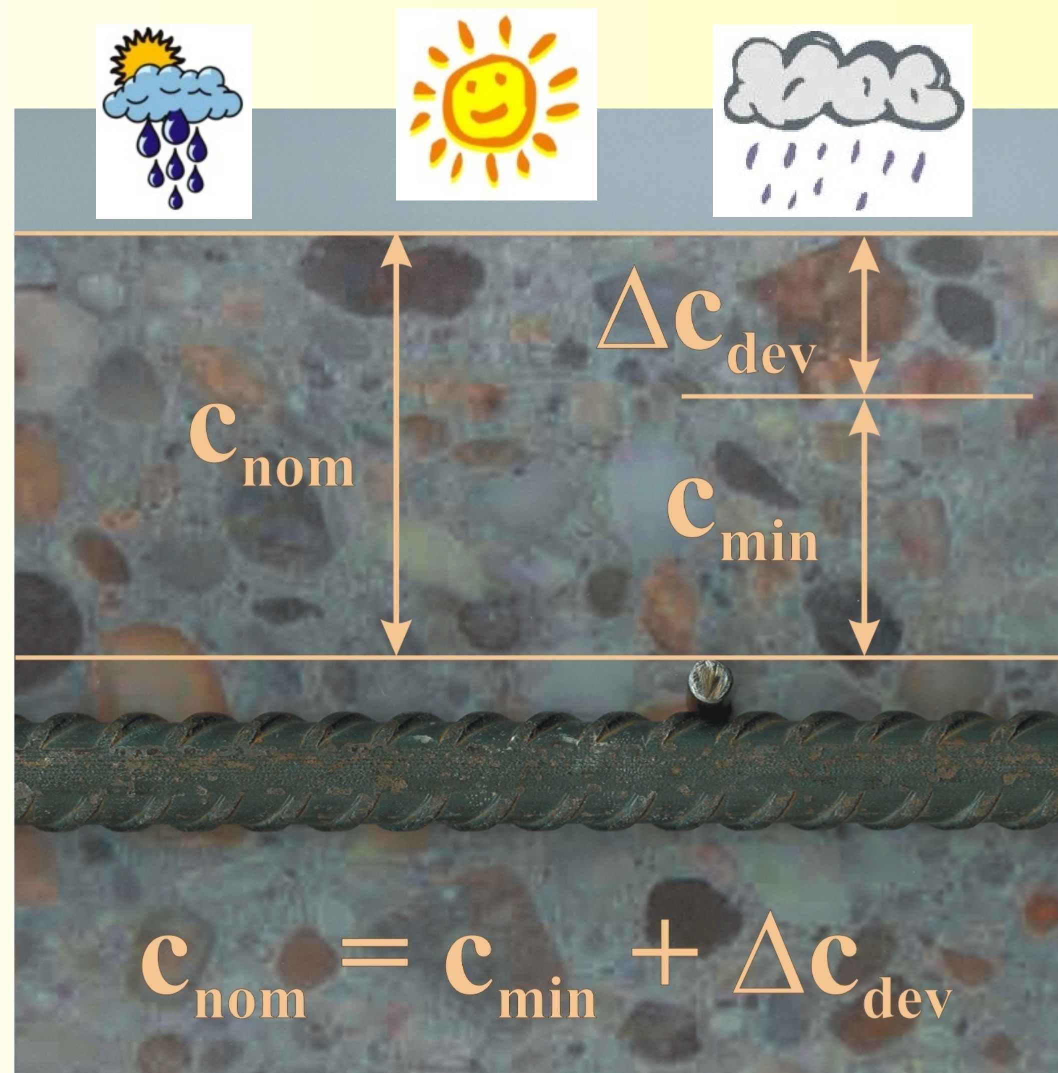
Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

2.1. táblázat: Tervezési élettartamok

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek [(1)]
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

Az EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány a betonacélok és a feszítőbetétek korrózió elleni védelme érdekében úgy rendelkezik, hogy a **100 év tervezett használati élettartamú építmények** esetén **a c_{min} legkisebb betonfedés** 10 mm-rel nagyobb kell legyen, mint az 50 év tervezett használati élettartamú építményekre előírt érték.



A beton akkor tartós, ha az erőtani és alakváltozási igénybevételeken kívül a tervezett használati élettartam alatt, üzemszerű használat és megfelelő karbantartás mellett, a környezeti hatásokat is károsodás nélkül viseli.

A beton tartóssága érdekében az EN 206-1:2000 szabvány 4. fejezete környezeti osztályokat vezet be, és ezek követelményeire, úgymint

- **a** $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube,min}$ ***nyomószilárdsági osztályra*;**
- **a** c_{min} ***cementtartalomra*;**
- **az** x_{max} ***víz-cement tényezőre***

az F. mellékletben ad ajánlást.

E követelmények betartásával *50 év* beton használati élettartam várható.

2002. január

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 206-1

Beton

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség

2004. augusztus

MAGYAR SZABVÁNY MSZ 4798-1

Beton.

1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség.
Az MSZ EN 206-1:2002 és alkalmazási feltételei Magyarországon

Az MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980, MSZ 4720-3:1980 helyett.

Az *erőtani számítás* eredménye alapján megállapított nyomószilárdsági osztály és a *környezeti feltételek* alapján megkövetelt legkisebb nyomószilárdsági osztály eltérő lehet.

A kettő közül a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni, és az ehhez tartozó víz-cement tényezőt, cementtartalmat, a megengedett levegőtartalom megszabta megkövetelt testsűrűséget kell a betongyártáshoz követelményként elfogadni. (Lásd még az EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2 szabvány 4.2. fejezetében lévő megjegyzést is.)

Ezek az elfogadott értékek ki kell elégítsék a vonatkozó környezeti osztályok követelményeit is.

Az európai betonszabvány (EN 206-1) hat környezeti osztályt tartalmaz, *a magyar NAD (MSZ 4798-1) ezeken kívül még kettővel számol*:

1. **Nincs korróziós kockázat;**
2. **Karbonátosodás korróziós hatása;**
3. **Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása;**
4. **Tengervízből származó kloridok hatása;**
5. **Talaj és talajvíz kémiai korróziós hatása;**
6. **Fagyás/olvadás károsító hatása;**
7. ***Koptatóhatás okozta károsodás;***
8. ***Igénybevétel víznyomás hatására***

Kiegészítésre szorul: ***Fagy- és olvasztósó-álló beton készítése légbuborékképző adalékszer nélkül***

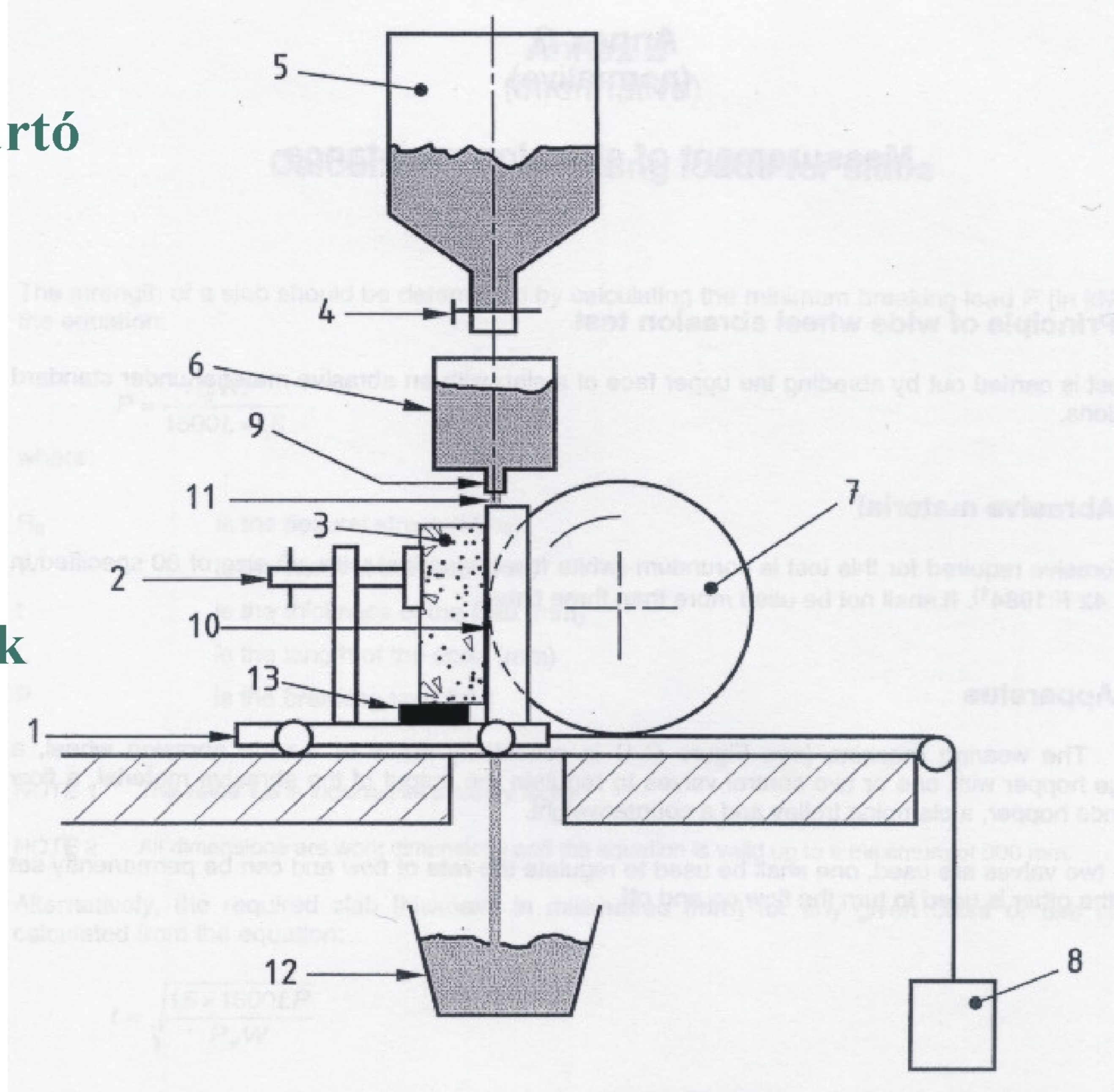
KOPÁSÁLLÓSÁG



A Böhme-féle kopásállóság vizsgálat Magyarországon 1951 óta szabványos (MNOSZ 1221)

Kopásálló beton megnevezése és jele *Böhme*-féle koptatás esetén	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya, min.	Beton cementtartalma, min., kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, min.	Friss beton levegőtartalma, legfeljebb, térfogat %
Kopásálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Mérsékelten kopásálló, k14/21 jelű	XK1(H)	C30/37	310	0,50	2,0
Kopásálló, k12/18 jelű	XK2(H)	C35/45	330	0,45	2,0
Fokozottan kopásálló, k10/15 jelű	XK3(H)	C40/50	350	0,40	2,0
Igen kopásálló, k8/12 jelű	XK4(H)	C45/55	370	0,35	2,0
Különlegesen kopásálló, k6/9 jelű	XK5(H)	C50/60	390	0,35	1,0

1. Mozgatható próbatesttartó
2. Állítócsavar
3. Próbatest
4. Szabályozó csap
5. Csiszolópor előtartály
6. Csiszolópor tartály
7. Koptatókorong
8. Ellensúly
9. Csiszolópor kifolyócsonk
10. Kopásnyom
11. Csiszolópor kifolyás
12. Csiszolópor gyűjtő
13. Ék

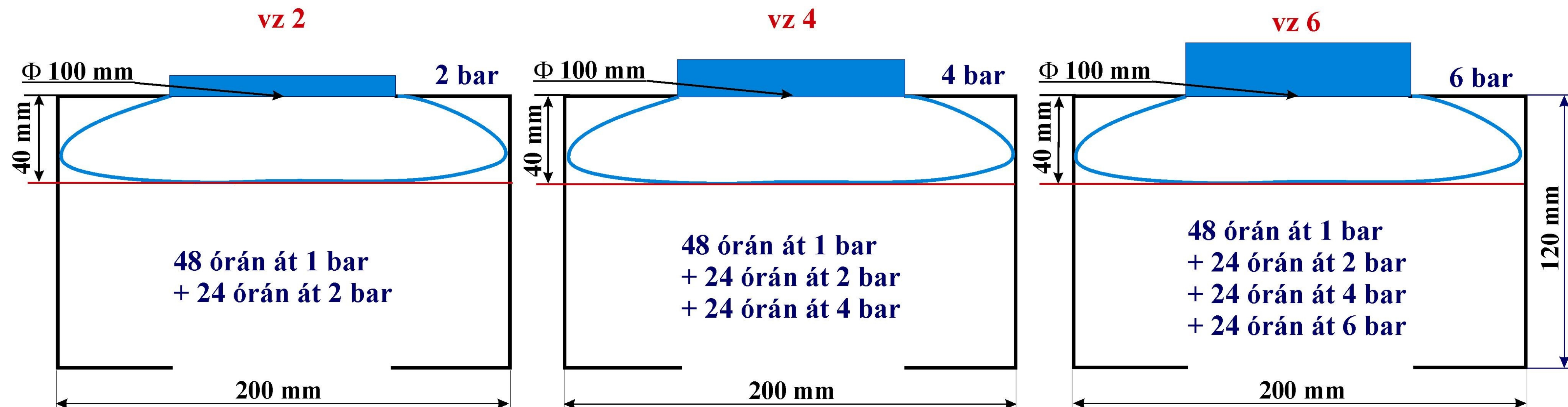


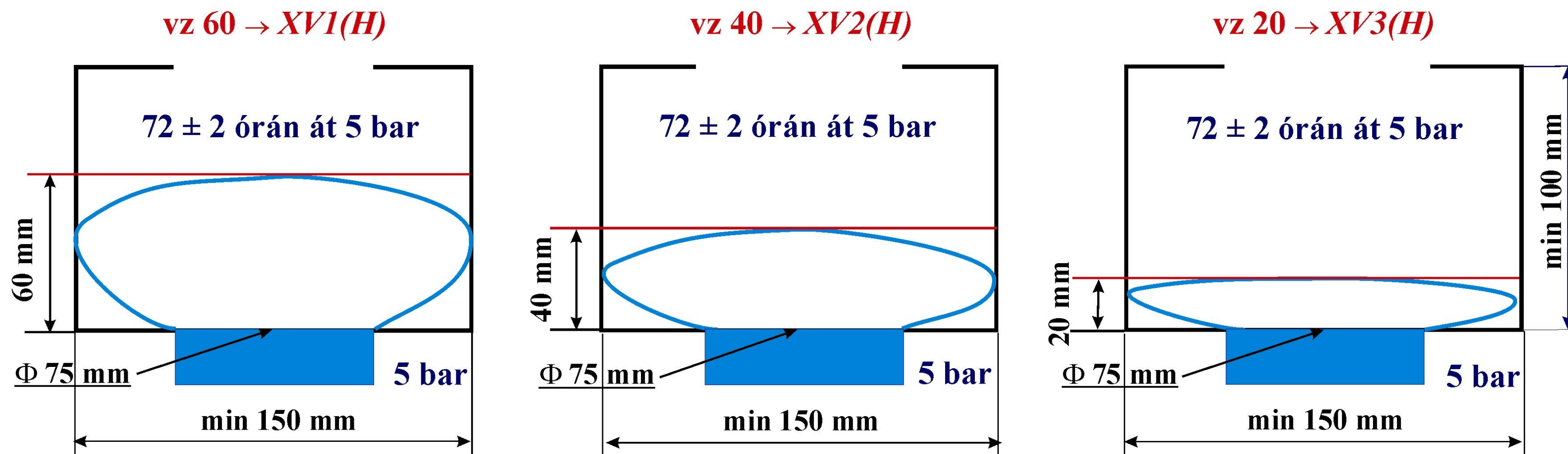
MSZ EN 1341:2002 (Útburkoló kőlapok) C melléklete szerinti koptatógép

VÍZZÁRÓSÁG



Vízzáróság vizsgáló berendezések





5 bar víz-túlnyomás = 5 att = 6 ata   5 bar = 50 H_2O m = 50 N/cm^2 = 0,5 MPa = 0,5 N/mm^2

Vízzáróság vizsgálat elve

a régi magyar és az új európai szabvány szerint

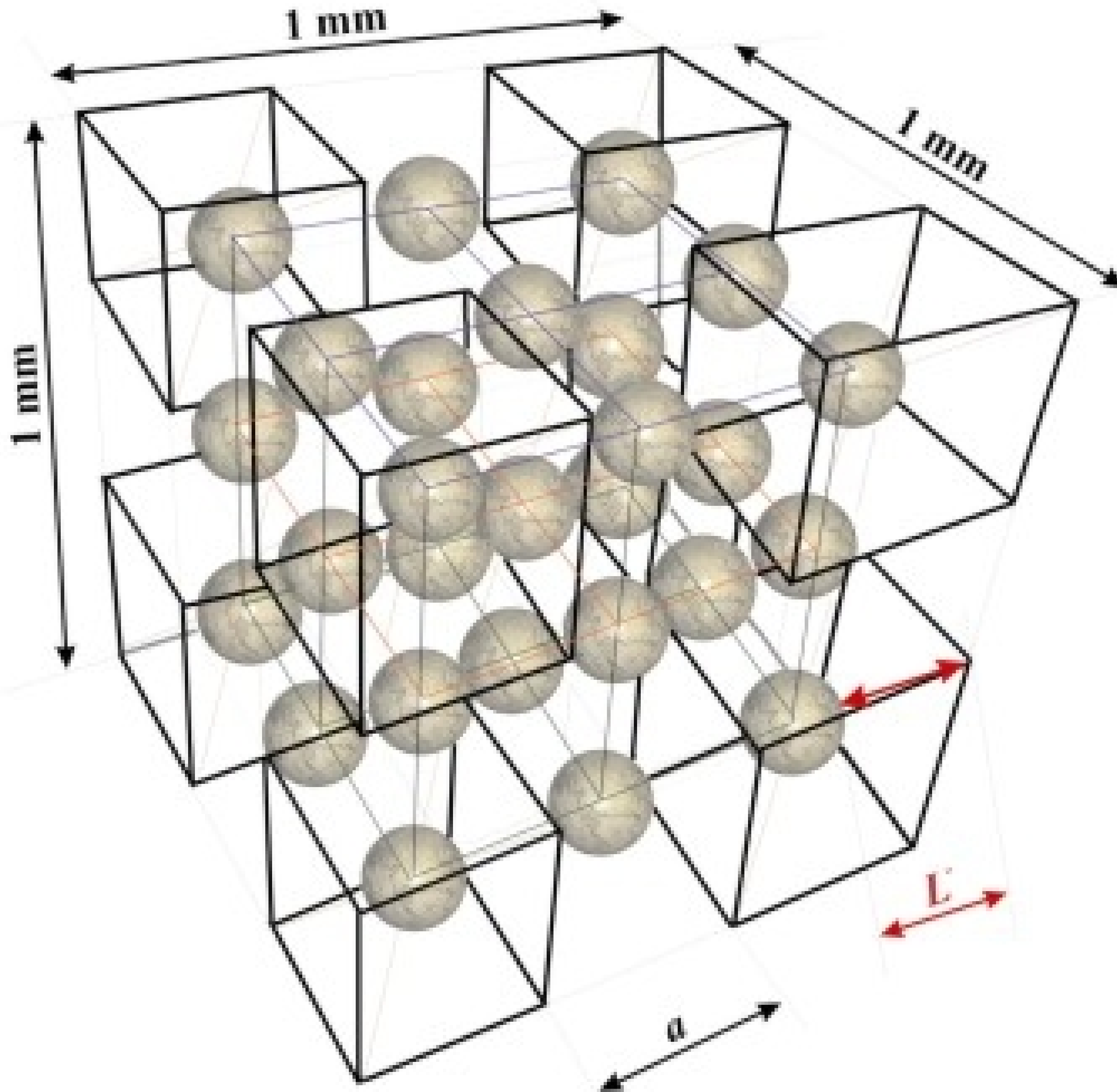
Vízzáró beton megnevezése és jele	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya min.	Beton cementtartalma, min., kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, max.	Friss beton levegőtartalma, max., térfogat %
Vízzáró beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
vz60 jelű vízzáró beton	XV1(H)	C25/30	300	0,60	1,0
vz40 jelű fokozottan vízzáró beton	XV2(H)	C30/37	300	0,55	1,0
vz20 jelű igen vízzáró beton	XV3(H)	C30/37	300	0,50	1,0

FAGYÁLLÓSÁG



Az MSZ 4798-1:2004 magyar szabvány F1. táblázata kimondja, hogy a fagy és olvasztósó hatásának kitett, XF2, XF3, XF4 környezeti osztályú beton, vasbeton és feszített vasbeton elemeket és szerkezeteket Magyarországon légbuborékképző adalékszer nélkül betonból készíteni nem szabad.

- **XF2 Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és *jégolvasztó sók permetének kitett* fagyálló beton**
- **XF3 Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, *olvasztó sózás nélküli* fagyálló beton**
- **XF4 Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és *jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett*, fagyálló beton**



Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a megszilárdult betonban a légbuborékok távolsági tényezője legfeljebb 0,22 mm legyen.

Hatékony légbuborékok átmérője 0,3 mm-nél kisebb.

Az EN 206-1:2000 európai szabvány ebbben a kérdésben nem ilyen szigorú, az F1. táblázatban azt írja, hogy:

„Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítőképességét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították."

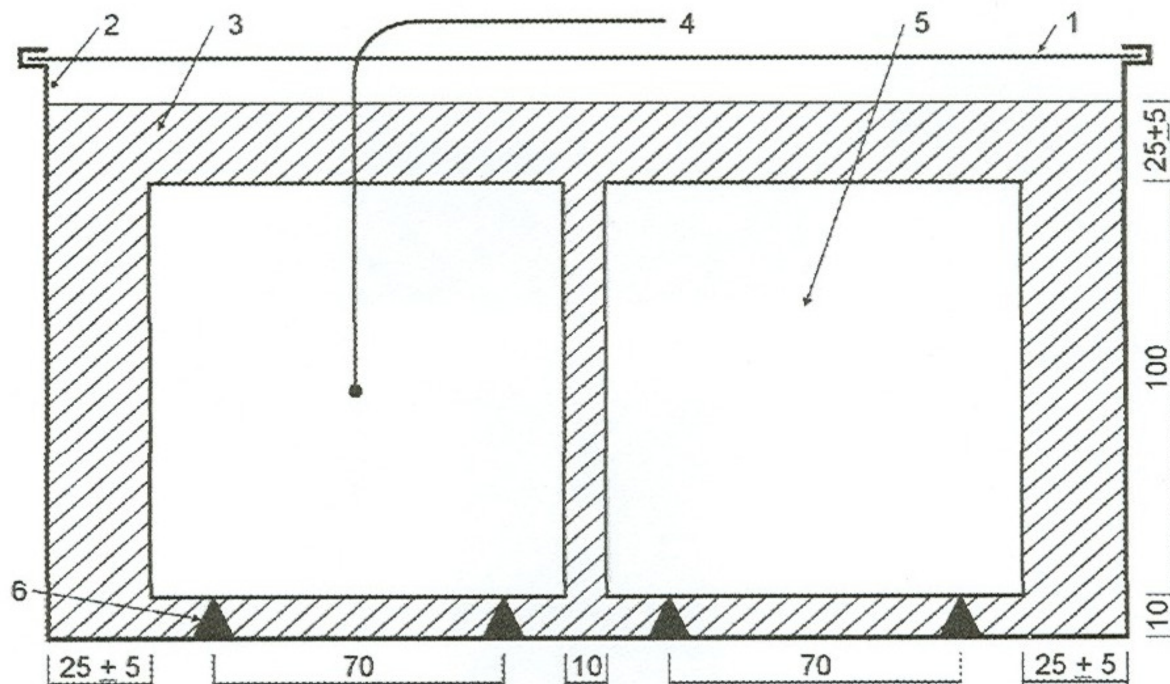
Németországban és Magyarországon is tapasztalat, hogy fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképző adalékszer alkalmazása nélkül is lehet készíteni – ha az nem út- vagy repülőtéri pályabeton –, sőt vasbeton és feszített vasbeton tartószerkezetek készítése során a légbuborékképző adalékszer használata akár kedvezőtlen is lehet (csökken a beton nyomószilárdsága, testsűrűsége és tömörsége).

Ezért az XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) környezeti osztályú, légbuborékképző adalékszer nélküli betonokat – a *fib (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozatának* beton- és vasbetonépítési műszaki irányelvére szerint – szerkezeti (nem útpályaszerkezeti !) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk.

Függőleges felületű fagyálló beton	Környezeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%
Függőleges felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztósózás nélküli fagyálló beton	XF1	C30/37	300	0,55	1,5
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	XF2	C25/30	300	0,55	4,0 – 8,0
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	XF2(BV-MI)	C35/45	320	0,50	1,0
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek Alkalmazása út- és repülőtéri burkolatok, híd pályalemezek esetén tilos!				

<table>
<tr><th>Vízszintes felületű fagyálló beton</th><th>Környezeti osztály jele</th><th>Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább</th><th>Beton cement-tartalma, legalább, kg/m³</th><th>Beton víz-cement tényezője, legfeljebb</th><th>Friss beton levegő-tartalma, legfeljebb, térfogat%</th></tr>
<tr><td colspan="6">Vízszintes felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton</td><td>XF3</td><td>C30/37</td><td>320</td><td>0,50</td><td>4,0 – 8,0</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton.
Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton</td><td>XF3(BV-MI)</td><td>C35/45</td><td>320</td><td>0,50</td><td>1,0</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton.
Például: Monolit és előregyártott szerkezetek
Alkalmazása út- és repülőtéri burkolatok, híd pályalemezek esetén tilos!</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton</td><td>XF4</td><td>C30/37</td><td>340</td><td>0,45</td><td>4,0 – 8,0</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton.
Az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke a friss betonban = a fagy- és olvasztósó-álló betonra előírt legkisebb érték (4,0 térfogat%) + max. 4,0 térfogat%.</td></tr>
</table>

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Fagyállóság vizsgálatának rendje
XF1	Nem	Függőleges	Megengedhető a betonösszetétel határértékeivel történő előírás
XF2	Igen	Függőleges	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással, amely elhagyható, ha a légbuborék szerkezetet meghatározzák
XF3	Nem	Vízszintes	Fagyállóság vizsgálat bemerítéssel, amely elhagyható, ha a légbuborék szerkezetet meghatározzák
XF4	Igen	Vízszintes	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással, és ajánlott meghatározni a légbuborék szerkezetet is
XF2(BV-MI)	Igen	Függőleges	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat peremes hámlasztással
XF3(BV-MI)	Nem	Vízszintes	Fagyállóság vizsgálat bemerítéssel



MSZ CEN/TS 12390-9:2007 európai műszaki előírás szerinti „bemerítéses leválás” kockavizsgálat (alternatív-módszer) tartálya próbatestekkel

Jelmagyarázat: 1) Csúszófedél, 2) Tartály, 3) Fagyasztóközeg {víz, mert az XF1, XF3, XF3(BV-MI) környezeti osztályban olvasztósó hatása nem éri a betont}, 4) Hőmérő a próbakocka közepén, 5) Próbakocka, 6) 10 mm magas alátámasztás

A ciklusok száma az MSZ CEN/TS 12390-9:2007 európai műszaki előírás szerint 56, az MSZ 4798-1:2004 magyar szabvány szerint az XF1 környezeti osztály esetén 50, az XF3 környezeti osztály esetén 100.

Peremes fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálati próbatest



FRISS BETON LEVEGŐTARTALMA ÉS TESTSŰRŰSÉGE

2009/5/28 16:44

Az építési célnak – beleértve a tartósságot is – csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell.

Magyarországon a közönséges friss beton bennmaradt levegőtartalmának (a levegőzárványoknak) tervezési értéke

- **általában legfeljebb 2,0 térfogat%;**
- **légbuborékképző adalékszer nélkül készülő *függőleges felületű fagyálló beton* esetén legfeljebb 1,5 térfogat% (XF1);**
- **légbuborékképző adalékszer nélkül készülő *vízszintes felületű fagyálló beton* [XF3(BV-MI)] esetén és *függőleges felületű fagy- és olvasztósó-álló beton* esetén [XF2(BV-MI)] legfeljebb 1,0 térfogat%;**
- ***különlegesen kopásálló beton* (XK5(H) esetén és *vízzáró beton* esetén legfeljebb 1,0 térfogat%;**
- **légbuborékképző adalékszerrel készülő beton esetén 4-8 térfogat%.**

Az adalékszer nélküli friss beton

adalékanyag-tartalmának *tervezett* térfogata:

$$\frac{M_{adalékanyag}}{\rho_{adalékanyag}} = 1000 - \frac{M_{cement}}{\rho_{cement}} - \frac{M_{víz}}{\rho_{víz}} - V_{levegő} \quad [liter/m^3]$$

A bedolgozott friss beton *tervezett* testsűrűsége:

$$\rho_{friss\,beton\,tervezett} = M_{cement} + M_{adalékanyag} + M_{víz} \quad [kg/m^3]$$

A bedolgozott friss beton *tényleges* levegő-tartalma:

$$V_{\ell,test} = 1000 - \frac{\rho_{friss\,beton\,test}}{\rho_{friss\,beton\,tervezett}} \cdot \left(\frac{1000 \cdot M_c}{\rho_c} + x \cdot M_c + \frac{1000 \cdot M_a}{\rho_a} \right) \quad [liter/m^3]$$

Követelmény: $V_{\ell,\,test} \leq V_{levegő}$

Ha például a beton nyomószilárdsági osztálya C30/37 (150 mm-es vegyesen tárolt próbakockákon mért átlagos nyomószilárdság legalább 52,8 N/mm2), víz-cement tényezője x = 0,36, cementadagolása 320 kg/m^3, a szükséges konzisztenciát biztosító folyósító adalékszer adagolás a cementtartalomra vett 1,0 tömeg%, és a tervezett levegőtartalom 1,0 térfogat%, akkor a beton összetétele a következő:

Összetevők	Tömeg kg/beton m^3	Térfogat liter/ beton m^3
Cement	320,0	106,7
Víz	115,2	115,2
Adalékszer	3,2	3,2
Adalékanyag	2019,3	764,9
Levegő	–	10
Összesen	2457,7	1000

Legyen példánk esetében a friss próbakockákon mért testsűrűségek átlaga $\rho_{friss\ beton,\ test}$ = 2468 kg/m³. Ebben az esetben a bedolgozott friss beton tényleges levegőtartalma:

$$V_{\ell,test} = 1000 - \frac{2468}{2457,7} \cdot (106,7 + 115,2 + 764,9 + 3,2) =$$

$$= 1000 - 1,004 \cdot 990 = 1000 - 994 = 6,0\ liter = 0,6\ térfogat\,\%$$

Minthogy a friss beton tényleges testsűrűsége nagyobb, mint a friss beton tervezett testsűrűsége, következik, hogy a friss beton tényleges levegőtartalma kisebb, mint a megengedett legnagyobb levegőtartalom.

Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, tehát a friss beton tényleges testsűrűsége kisebb, mint a friss beton tervezett testsűrűsége, akkor vagy a bedolgozás módját vagy a beton összetételét kell megváltoztatni, és a fenti számítást újból el kell végezni.



KÖSZÖNÖM SZÍVES FIGYELMÜKET...